

УДК 655.523:677.051.122.62

*Д. С. ВЛАДЫКИНА, С. А. ЛАМОТКИН*

## **ВОЗРАСТНАЯ И СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

*Белорусский государственный технологический университет*

*(Поступила в редакцию 24.09.2013)*

Стратегией развития энергетического комплекса Республики Беларусь на 2011–2020 годы в решении проблемы обеспечения национальной энергобезопасности важное место отводится вовлечению в энергетический баланс биоресурсов. Поэтому поиск и привлечение из мировой флоры биоэнергетических растений и обоснование технологий их использования в качестве альтернативных источников энергии является актуальным направлением интродукционных исследований [1]. Требуется также расширить базу отечественного лекарственного и пряно-ароматического растениеводства для сокращения импорта лекарственного растительного сырья, субстанций и готовых лекарственных форм растительного происхождения, пряностей и специй, для создания новых видов отечественных лекарственных средств, биокорректоров, продуктов питания с повышенной биологической ценностью.

Известно, что хвойные эфирные масла широко используются в мировой практике в качестве источника биологически активных веществ [2]. Значительная часть работ российских и зарубежных исследователей посвящена изучению влияния различных факторов на содержание отдельных компонентов хвойных эфирных масел [3]. Однако для Беларуси такие исследования проводились только для одного представителя хвойных – сосны обыкновенной [4].

**Объекты и методы исследования.** Изучение возрастной изменчивости состава эфирного масла хвои ели европейской проводилось по содержанию основных компонентов на деревьях от 5 до 100 лет, охватывая все возрастные группы, произрастающие на удаленной от техногенного загрязнения территории. Для исследования сезонной динамики, учитывая опыт зарубежных авторов, отбор древесной зелени проводился с нескольких деревьев в первых числах каждого месяца на протяжении 2010–2011 гг.

Хвою отбирали с рядом растущих 20–25 деревьев. Из отобранных образцов хвои по методике, предложенной в работе [5], составляли сборную пробу, с которой и проводили дальнейшие эксперименты. Отобранную хвою отделяли от стволиков, измельчали до размера 3–5 мм, составляли навеску от 200 до 250 г и из нее методом гидродистилляции в течение 16 ч отгоняли эфирное масло. Выход эфирного масла из навески сырья был рассчитан с учетом влажности на абсолютно сухую массу.

Качественный и количественный анализ полученных эфирных масел осуществляли методом хроматографии (ГЖХ) на хроматографе Кристалл-5000.1 с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой – 100%-ным диметилсилоксаном. Условия хроматографирования: изотермический режим при 70 °С в течение 20 мин, затем программированный подъем температуры со скоростью 2 °С/мин до 150 °С с выдержкой при конечной температуре 40 мин. Идентификацию отдельных компонентов осуществляли с использованием эталонных соединений, а также на основании известных литературных данных по индексам удерживания [6].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основными компонентами эфирного масла ели европейской являются 19 компонентов, содержание которых превышает 1 %: камфен, борнилацетат, лимонен,  $\alpha$ -пинен, 1,8-цинеол, мирцен, камфора, борнеол,  $\alpha$ -терпинеол, цитронеллаль, трициклен,

$\beta$ -пинен, сантен,  $\alpha$ -терпенилацетат, терпинолен, линалоол, сабинен,  $\beta$ -кариофиллен,  $\delta$ -кадинен. Также в работе было проведено исследование фракционного состава всех изученных эфирных масел. Установлено, что основными фракциями для эфирного масла ели европейской являются монотерпеновая и терпеноидная, содержание сесквитерпеновой фракции незначительно и не превышает 9 %.

К временной изменчивости следует отнести влияния, вызванные различным возрастом (возрастная) и прохождением растениями сезонных фаз развития (сезонная изменчивость) [7]. В соответствии с хозяйственными целями различают следующие возрастные категории древостоев и в целом насаждений: молодые (молодняки) – древостои в период формирования (1 и 2 классы возраста от 1 до 40 лет); средневозрастные – в период наиболее интенсивного роста (3 класс возраста от 41 до 60 лет); приспевающие – древостои уже замедлили рост, близки к спелости, но еще не достигли ее (4 класс возраста от 61 до 80 лет); спелые – деревья, пригодные для рубки (5 и 6 классы возраста от 80 лет и старше); перестойные – древостои в основном прекратили рост в высоту, приобретают признаки старости, заболевают, разрушаются [8]. Древостои могут быть одно- и разновозрастными. Одновозрастные древостои подразделяются на абсолютно одновозрастные, которые состоят из деревьев одинакового возраста, и на условно одновозрастные, возраст деревьев которых отличается не более чем на один класс. В возрастной структуре хвойных лесов Беларуси преобладают средневозрастные насаждения. Их площадь в 2011 г. составила 2010,4 тыс. га, или 47,6 % от покрытой хвойным лесом площади.

Анализ полученных данных показывает, что древесная зелень разного возраста отличается по содержанию елового масла. Так, содержание в молодых и средневозрастных насаждениях составляет 0,42–0,46 %; приспевающих 0,30–0,38 %, а в спелых и перестойных – от 0,15 до 0,25 % в пересчете на массу абсолютно сухого сырья (а.с.с.).

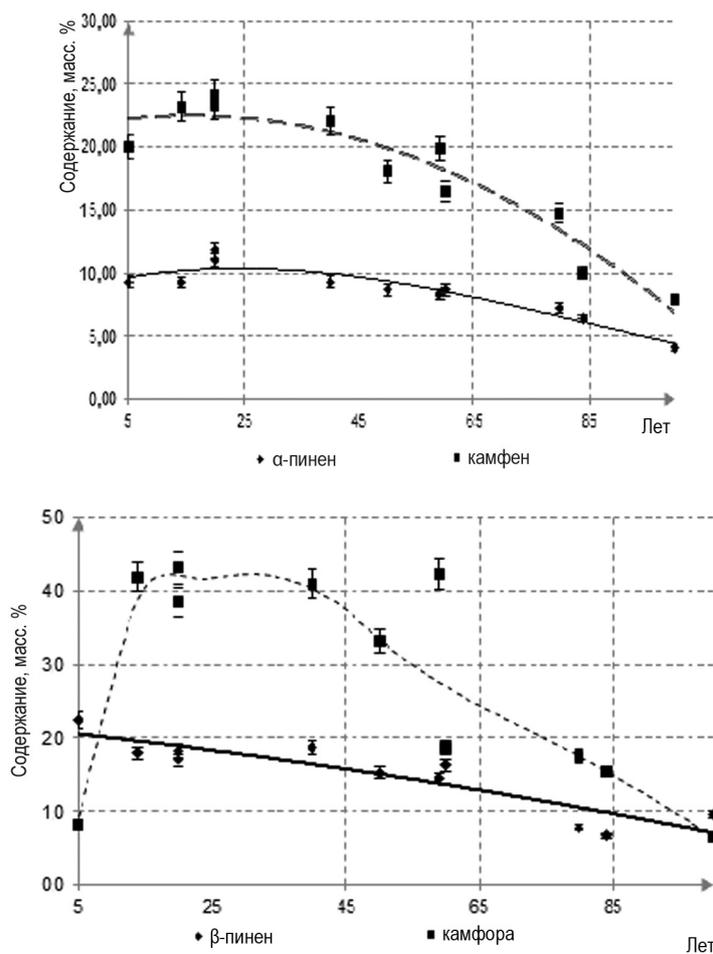


Рис. 1. Возрастная изменчивость компонентов эфирного масла хвои *Picea abies*

На рис. 1 представлена зависимость изменения содержания основных компонентов эфирного масла хвои ели европейской с увеличением возраста дерева. Как видно, содержание камфена в эфирном масле с возрастом дерева существенно снижается с 23 до 9 мас.% при одновременном снижении содержания  $\alpha$ -пинена с 10 до 4 мас.%. Следует отметить, что снижение содержания камфена носит одинаковый характер по сравнению с  $\alpha$ -пиненом, происходит снижение содержания этих компонентов практически в 2,5 раза. Кроме того, в ходе изучения возрастной динамики компонентов эфирного масла хвои *P. abies* была отмечена тенденция к уменьшению содержания одного из наиболее ценных компонентов – камфоры (менее 1 % при достижении деревом 100-летнего возраста), которая находит широкое применения в медицине [9]. Максимум содержания данных компонентов отмечается в древостоях периода интенсивного роста, что дает возможность для выделения чистых компонентов из древесной зелени елей плантационных рубок.

Учитывая биосинтез монотерпенов [10], следует обратить внимание на изменение в содержании лимонена, как исходного монотерпена в ряду последующих превращений (рис. 2).

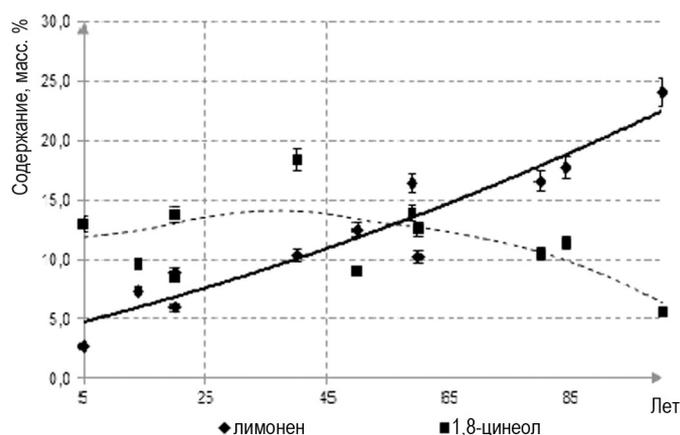


Рис. 2. Изменение содержание лимонена и 1,8-цинеола в эфирном масле хвои *Picea abies*

В молодом возрасте содержание лимонена невысокое в связи с интенсивным развитием растения и расходом данного компонента в биосинтезе с образованием других монотерпенов. С возрастом процессы биосинтеза в растении замедляются и не происходит такого интенсивного превращения компонентов, о чем и свидетельствует увеличение содержания данного компонента в составе эфирного масла. Максимальное содержание лимонена в эфирном масле ели европейской находится в пределах 25 мас.%, что хорошо согласуется с данными работ [11, 12]. Более полно охарактеризовать возрастную изменчивость состава эфирного масла хвои ели европейской можно, анализируя фракционный состав, представленный на рис. 3.

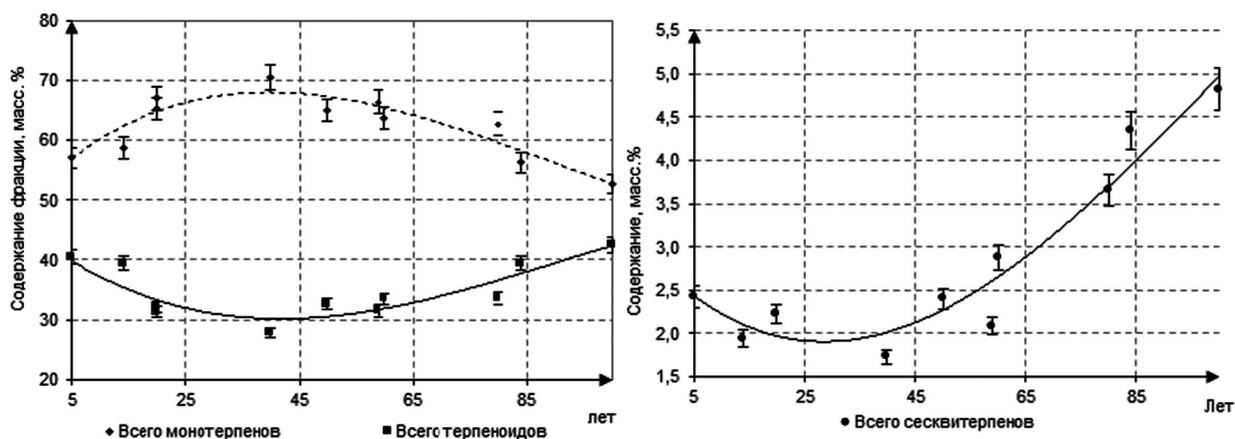


Рис. 3. Возрастная изменчивость фракционного состава эфирного масла хвои *Picea abies*

Содержание монотерпеновой фракции для ели европейской изменяется в диапазоне 55–70 мас.%. В период интенсивного развития дерева 40–60 лет содержание монотерпенов максимально в связи с активным синтезом исходного соединения – лимонена, а также еще неокисленными  $\alpha$ -и  $\beta$ -пиненами, камфеном и трицикленом. С увеличением возраста в эфирном масле происходит увеличение вклада терпеноидной фракции до 40–43 мас.%, что предположительно связано с окислительными реакциями монотерпенов под действием света и кислорода воздуха. Образование сесквитерпенов происходит под действием других ферментов из фарнезил-катиона, генерируемого частичной или полной ионизацией фарнезил-пирофосфата [10], поэтому увеличение содержания этой фракции происходит независимо от предыдущих, достигая 5 мас.% к моменту достижения насаждениями 100-летнего возраста. Сесквитерпеновые соединения находят широкое применение в промышленности [13]. Несмотря на невысокое содержание, сесквитерпены могут быть использованы в качестве сырья при разработке фиксаторов парфюмерии либо репеллентов.

При исследовании сезонной изменчивости установлены два максимума в содержании эфирного масла хвои ели европейской в зимний и весенний периоды, что несколько отличается от данных работы [12], в которой отмечаются максимумы в апреле и сентябре, что связано в первую очередь с разной видовой принадлежностью исследуемых образцов. Полученные данные по сезонной изменчивости основных компонентов позволяют рекомендовать не осуществлять заготовку и выделение эфирного масла в период с мая по сентябрь. Такая рекомендация основана на нестабильности состава в указанный период, а также необходимости формирования новой древесной зелени для последующей переработки.

Данные по возрастной изменчивости позволяют рекомендовать к переработке хвои молодняков, средневозрастных и приспевающих насаждений, либо осуществлять обогащение компонентного состава эфирного масла спелых и перестойных насаждений путем смешения древесной зелени разных возрастов деревьев.

## Литература

1. Каян Е. С. Биологическое разнообразие, озеленение, лесопользование / Под общ. ред. А. А. Егорова. СПб., 2009.
2. Рунова Е. М., Угрюмов Б. И. // Химия раст. сырья. 1998. № 1. С. 57–60.
3. Schönwitz R., Lohwasser K., Kloos M., Ziegler H. // Trees. 1990. Vol. 4, Is. 1. P. 34–40.
4. Шпак С. И., Ламоткин С. А., Ламоткин А. И. // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2006. № 2. С. 88–91.
5. Чернодубов А. И., Дерюжкин Р. И. Эфирные масла сосны. Воронеж, 1990. С. 12–16.
6. Mardarowicz M., Wianowska D., Dawidowicz A. L., Sawicki R. // A journal of biosciences. 2004. P. 641–648.
7. Левин Э. Д., Репях С. М. Переработка древесной зелени. М., 1984.
8. Сарнацкий В. В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси. Минск, 2009.
9. Племенков В. В. // Химия раст. сырья. 2005. № 3. С. 91–108.
10. Sedláková J., Lojková L., and Kubáň V. // Chemical papers. 2003. Vol. 57 (5). P. 359–363.
11. Есякова О. А., Степень Р. А. // Химия раст. сырья. 2008. № 1. С. 143–148.
12. Ansari H. R., Curtic A. J. // J. of the Society of Cosmetic Chemists. 1974. Vol. 25. P. 203–231.
13. Robert P. Doss, Rruth Luthi, Bjorn F. Hrutfiord // Phytochemistry. 1980. Vol. 19, Is. 11. P. 2379–2380.

D. S. VLADYKINA, S. A. LAMOTKIN

### AGE AND SEASONAL VARIABILITY OF ESSENTIAL OIL COMPOSITION IN *PICEA ABIES L. KARST*

#### Summary

An essential oil from foliage of *Picea abies* growing at territories removed from technogenic influence, has been obtained by the hydrodistillation method. The essential oil content in foliage has been determined. The composition of the oil has been studied by gas chromatography, and 19 main components with content 1% w/w or higher, have been identified. It has been established that the yield of essential oil depends on age and sampling time of the green mass. Age and seasonal variability of the oil composition has been studied.